

01

EFECTOS DE LAS BACTERIAS RR72,

RR79 Y RC138 EN EL CRECIMIENTO DE CUCUMIS SATIVUS L EN CASA DE CULTIVOS PROTEGIDOS

EFFECTS OF BACTERIA RR72, RR79, AND RC138 ON GROWTH OF CUCUMIS SATIVUS L IN PROTECTED CULTURE HOUSE

María Caridad Mustelier-Ocle¹

E-mail: mariacmo@uo.edu.cu

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2297-7336>

Taymi Garza-Borges¹

E-mail: tgarza@uo.edu.cu

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8608-3083>

Dayliana Ruiz-La O¹

E-mail: dayliana@uo.edu.cu

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7966-6574>

Amanda Cutiño-Mendoza¹

E-mail: amanda.cutino@uo.edu.cu

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7994-4914>

Madeleine Fernández-Hechavarría¹

E-mail: madeleine.fernandez@uo.edu.cu

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3985-4869>

¹ Universidad de Oriente. Santiago de Cuba. Cuba.

Cita sugerida (APA, séptima edición)

Mustelier-Ocle, M., Garza-Borges, T., Ruiz-La O, D., Cutiño-Mendoza, A., & Fernández-Hechavarría, M. (2023). Efectos de las bacterias RR72, RR79 y RC138 en el crecimiento de Cucumis sativus L en casa de cultivos protegido. *Revista Transdisciplinaria de Estudios Sociales y Tecnológicos*, 3(1), 5-13.

Fecha de presentación: septiembre, 2022

Fecha de aceptación: diciembre, 2022

Fecha de publicación: enero, 2023

RESUMEN

La investigación se realizó en la especie *Cucumis sativus* L. variedad Híbrido YA-2005 en la Unidad Productiva “Campo Antena” perteneciente al municipio de Santiago de Cuba, con el objetivo de evaluar el efecto de las rizobacterias nativas RR79, RR72 y RC138, sobre el crecimiento y el rendimiento del cultivo de pepino en condiciones de cultivos protegidos. El experimento se desarrolló en los meses de septiembre a enero. Se empleó un diseño experimental completamente al azar, con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones, donde T1 fue un testigo sin inocular y T2, T3 y T4 resultantes de la inoculación con las rizobacterias RR72, RR79 y RR138 respectivamente. Los datos obtenidos de las variables de crecimiento y rendimientos fueron procesados con el programa Statgraphics Centurion Plus Versión 18.1.08, mediante ANOVA de clasificación simple y pruebas de comparación de medias con Tukey ($p \leq 0.05$). En el cultivo, las rizobacterias ensayadas solo tuvieron un efecto significativo en el indicador para promover los días a la floración, las alturas de las plantas a los 28 DDT, la longitud, el peso y la cantidad de frutos por plantas.

Palabras clave:

Cultivos, inoculación, rizobacterias, crecimiento, rendimiento.

ABSTRACT

The research was carried out on the species *Cucumis sativus* L. variety HíbridoYA-2005 in the “Campo Antena” Productive Unit belonging to the municipality of Santiago de Cuba, with the objective of evaluating the effect of the native rhizobacteria RR79, RR72 and RC138, on the Growth and yield of cucumber crop under protected cultivation conditions. The experiment was carried out in the months of September to January. A completely randomized experimental design was used, with four treatments and four repetitions, where T1 was a control without inoculation and T2, T3 and T4 resulting from the inoculation with the rhizobacteria RR72, RR79 and RR138, respectively. The data obtained from the growth and yield variables were processed with the Statgraphics Centurion Plus Version 18.1.08 program, using simple classification ANOVA and means comparison tests with Tukey ($p \leq 0.05$). In cultivation, the tested rhizobacteria only had a significant effect on the indicator to promote days to flowering, plant height at 28 DAT, length, weight and number of fruits per plant.

Keywords:

Cultures, inoculation, rhizobacteria, growth, yield.

INTRODUCCIÓN

El consumo de hortalizas es de gran importancia para mantener una buena salud. Nos protegen de numerosas enfermedades como cáncer y problemas en el sistema digestivo e inmunológico. Para ello a nivel mundial se están realizando grandes esfuerzos en la producción y comercialización evitando el uso de agroquímicos ya que así constituyen fuentes naturales de vitaminas, de sustancias nutritivas, antioxidantes y fibra, sin implicar riesgos para la salud humana, a la vez que se contribuye a la sostenibilidad agrícola.

El pepino (*Cucumis sativus L*) se encuentra entre las hortalizas de mayor demanda a nivel internacional aunque contiene el 97% de agua presenta buenas reservas de minerales, carbohidratos, proteínas y vitaminas. Este se consume fresco o industrializado. Además presenta usos medicinales y se emplea en la industria cosmética gracias a sus propiedades hidratantes y a su contenido de vitamina B Y C (Barraza, 2015).

Históricamente en Cuba la producción de hortalizas se desarrollaba al amparo de empresas estatales, con el empleo de grandes cantidades de insumos para la obtención de buenos resultados. Pero por diferentes factores dentro de ellos se encuentran la transportación y el acopio solamente dando lugar a que llegaran a los hogares apenas el 50 al 60 % de las producciones totales (Puente, 2017).

Debido a que el empleo de agroquímicos afecta el medio ambiente y por ende la salud de los seres vivos se está buscando alternativas para reducir su uso en la producción agrícola. Para lograrlo se han realizado estudios donde se descubrieron insumos agrícolas como biofertilizantes a base de microorganismos y otros como las rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal (RPCV); que pueden ayudar a reducir el deterioro ecológico y disminuir el costo de producción.

Es conocido que al inocular estas bacterias con propiedades benéficas representan una alternativa muy interesante para el desarrollo de las hortalizas en el contexto de una agricultura sustentable. Por ejemplo, el pepino debe ser cultivado con altas dosis de fertilizantes por lo que esto tiene un alto costo económico y ambiental. En nuestro país son pocos los estudios enfocados al uso de inoculantes bacterianos para promover el crecimiento de pepino debido al limitado conocimiento de las bondades de estas rizobacterias.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en el periodo comprendido entre septiembre 2019 hasta enero 2020 en la Unidad de Cultivo Protegido "Campo Antena", perteneciente a la Empresa Estatal "América Libre" de la Delegación Provincial de la

Agricultura en Santiago de Cuba. La entidad se encuentra ubicada entre el barrio de Santa María y el Km 3 ½, de la Autopista Nacional en el municipio de Santiago de Cuba, específicamente en las coordenadas X: 607547,321; Y: 156420,837 a una altitud de 45,5 msnm.

En el transcurso del ensayo las temperaturas medias oscilaron entre los 25,3 y 28,3 °C, inferior en zonas montañosas donde alcanzó un valor de 21,9 °C, las temperaturas máximas se mantuvieron elevadas, con valores que oscilaron alrededor de los 31,8 a 32,7 °C, siendo inferiores en zonas montañosas donde alcanzaron valores de 23,9 °C.

Las temperaturas mínimas se comportaron entre 20,9 °C y 22,9 °C, siendo inferiores en zonas montañosas 17,9 °C. Por otra parte, la humedad relativa media, osciló entre valores de 76 y 78 %, siendo superior en zonas montañosas con valor de 93%, la humedad relativa mínima se comportó entre los 34 y 37 %, superior en zonas montañosas con valor de 53%, los mayores acumulados de precipitaciones en 24 horas ocurrieron en la estación de la universidad con un valor de 25,2 mm.

Las características del suelo para el experimento fueron: pH H₂O neutro tendiendo a ligeramente básico, bajo contenido de materia orgánica (MO %) y valores medios para el contenido de fósforo (P₂O₅). Se obtuvieron valores de medio a altos en los contenidos de Potasio (K⁺), Calcio (Ca⁺²) y Magnesio (Mg⁺²). Sin embargo, el sodio (Na⁺) solo ocupó el 1% del complejo de intercambio, por lo que no manifiesta efectos adversos sobre los cultivos. Todas las evaluaciones se hicieron según las tablas de interpretación de análisis de suelo que se encuentran vigentes en nuestro país (Paneque, et al., 2018).

Los microorganismos utilizados en el estudio fueron identificados en los laboratorios del Centro de Biotecnología Industrial (CEBI), perteneciente a la Universidad de Oriente en Santiago de Cuba. Los mismos fueron aislados de pastos y forrajes de la familia de las (Poaceae) que se conocen como gramíneas. La bacteria RR72 aislada de *Scleria sp.*; RR79 aislada de *Cynodon dactylon L* y RC132 y RC138, aisladas de *Saccharum officinarum L*.

La identificación de las bacterias seleccionadas fue desarrollada según la clave bacteriológica de Bergey para cual se realizaron pruebas morfológicas y bioquímicas, las que se describen a continuación. Para conocer características morfológicas, fisiológicas y bioquímicas de cada aislado se desarrollaron varias pruebas como: tinción de Gram por medio de la cual también se observó la forma de las bacterias y su agrupación, tinción de esporas para determinar su presencia y si estas alteraban el esporangio.

Como características fisiológicas se evaluó la producción de ácido a partir de varios azúcares, utilización de ácidos orgánicos como citrato, capacidad de reducir el

nitrato, hidrólisis de la caseína, gelatina, almidón, prueba de Voges - Proskauer y crecimiento a diferentes pH y temperatura, así como diferentes concentraciones de NaCl según técnicas descritas por Berger et al. (2015).

Los cuatro aislados bacterianos utilizados acorde a las pruebas morfológicas, fisiológicas y bioquímicas realizadas fueron bacilos gram positivos, móviles, con esporas elípticas que alteraban el esporangio, anaerobias facultativas, catalasa positivas, productoras de proteasas y que producen ácidos de diversas fuentes de carbono, son capaces de crecer hasta 10 % de cloruro de sodio y tienen un óptimo de temperatura de crecimiento de 35°C. Acorde a las características observadas, según la clave Bergey de clasificación bacteriana, las bacterias pertenecen a la Familia Bacillaceae.

Estas bacterias también presentaron algunas propiedades promotoras del crecimiento vegetal. Ellas son capaces de solubilizar el fosfato inorgánico, producir ácidos orgánicos, ácido, indolacético. RC72 produce acetoina y RR79, RC132 y RC138 son capaces de fijar nitrógeno atmosférico produciendo amonio.

Las bacterias en estudio se inocularon en medio caldo nutriente (UNI-CHEM) y se incubaron 24 horas a 37°C en agitación. Se efectuaron dos lavados con $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ 0,01 molL⁻¹ y la suspensión bacteriana se preparó a una concentración de 3×10^8 UFCmL⁻¹ en el agua de riego (Berger et al., 2015).

Las semillas de pepino fueron sembradas en bandejas de 260 alveolos donde se establecieron los tratamientos y se mantuvieron en las casas de plántulas hasta los 15 días. Las posturas se plantaron en la casa de cultivo la cual tenía una capacidad de 800m² (20 de ancho X 40 de largo). cuando tenían un tamaño aproximado entre 14-20 cm, y de 4-5 hojas verdaderas, con un diámetro del tallo de 3-5 mm.

Se empleó un diseño completamente al azar, con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones. Este diseño se realizó en una casa de cultivo protegido, la cual poseían condiciones análogas para el experimento. Se estudió un nivel de testigo sin inocular T1, otros tres de factor de inoculación con las bacterias RR72 para el T2, RR79 para T3 y RR138 para T4. Las plantas fueron inoculadas en la base con dos dosis del inóculo de 5 ml cada uno. La primera dosis se aplicó cuatro días después de germinada la semilla (en la casa de plántulas) y la segunda dosis a los 21 días de la primera inoculación (en la casa de cultivo).

Transcurridos los 14 días después del trasplante se realizó el primer muestreo contando la cantidad de hojas por plantas y luego a los 28 días. A los 24 días se muestreo las cantidades de flores abiertas que tenían las plantas y a los 46 días comenzó la cosecha donde se contaba la

cantidad de frutos por tratamientos, se pesaba y se medía la longitud y el ancho de los mismos.

Los datos obtenidos en el experimento fueron procesados mediante el paquete profesional SPSS Versión 23 para Windows, empleando un análisis de varianza clasificación simple y en los casos en que los indicadores mostraron diferencias estadísticas significativas, se utilizó la prueba de comparación múltiple de medias de Tukey.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La tabla 1 muestra los resultados estadísticos de variables de crecimiento de plantas de *C. sativus* en casa de cultivos protegidos y que fueron inoculadas con cepas de bacterias nativas de Santiago de Cuba. Las variables cantidad de hojas y alturas de las plantas a los 14 días después del trasplante, no mostraron diferencia estadísticamente significativa entre las medias de los 4 tratamientos con un nivel de significación del 5 %.

Por lo que se evidencia que las cepas de bacterias probadas no tuvieron influencias sobre estos indicadores de crecimiento de las plantas de pepino, pues es probable, que en el momento de la evaluación, las bacterias ensayadas no hayan desarrollado los mecanismos de acción para interactuar con las raíces de las plantas. De acuerdo con Camejo et al. (2013). las rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal poseen varios mecanismos que estimulan el desarrollo de las plantas, mecanismos que involucran la producción de sustancias que actúan directamente sobre las células vegetales y provocan un aumento en el desarrollo de las mismas.

La actividad de los microorganismos promotores de crecimiento vegetal en general se inicia con mecanismos de quimiotaxis que están relacionados con la presencia de flagelos, quimiorreceptores y sistemas de regulación codificados genéticamente. Estos factores tienen gran importancia sobre la habilidad de colonizar la rizosfera y mantener la comunicación entre las células de la raíz con los microorganismos presentes en el suelo (Landa, et al., 2002). Las bacterias capaces de interactuar con las raíces de las plantas son atraídas por sustancias excretadas por la raíz, que ocasionan el movimiento de la bacteria hacia el rizoplano de la planta y de esta forma dar inicio a una relación de beneficio mutuo.

Díaz et al. (2013), al evaluar algunas combinaciones entre cepas (A46-P21 y A46-P61) en el cultivo del pepino, llegan a la conclusión que no estimularon el crecimiento, lo que probablemente se debió a que las cepas de rizobacterias inoculadas no fueron eficientes en colonizar la raíz o compitieron entre ellas y por lo tanto no causaron efectos positivos en el crecimiento de la planta.

Pérez (2019), determinó que el crecimiento del número de hojas fue el mismo; sin embargo, obtuvo un número de

hoja más alto con una media de 45 hojas a los 90 días después de la siembra. Para esta variable no se han reportado otros resultados sobre el número de hojas en pepino (*Cucumis sativus L.*) inoculadas con rizobacterias promotoras de crecimiento vegetal.

Tabla 1. Influencia de las cepas de bacterias inoculadas, sobre variables de crecimiento en el cultivo de pepino.

Tratamientos	Variantes	Cantidad de hojas	Días a la floración	Altura de las plantas	
				14 DDT (cm)	28 DDT (cm)
T1	Testigo	23,34 a	26,00 bc	25,50 a	67,13 b
T2	RR72	23,31 a	22,59 b	27,01 a	70,61 b
T3	RR79	22,46 a	24,47 ab	24,79 a	65,24 b
T4	RC138	24,12 a	21,87 a	30,28 a	97,00 a
CV (%)		12,93	16,13	11,02	14,33
Es		0,52	1,01	1,54	0,98

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas, según la prueba de Tukey ($p \leq 0,05$). CV= Coeficiente de variación. DDT= días después del trasplante.

En el ciclo fenológico del cultivo del pepino el inicio de la floración ocurre desde los 27 hasta los 34 días después de la siembra. Aproximadamente a los 24 días comienzan a aparecer flores aisladas en todos los tratamientos, probablemente por las favorables condiciones ambientales y del suelo, por la precocidad que presenta el pepino híbrido utilizado o puede ser una respuesta a la inoculación con las bacterias utilizadas.

Las variables días a la floración y alturas de las plantas a los 28 días después del trasplante (Tabla 1), mostraron diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos con un nivel de significación del 5 %. La Prueba de Múltiples Rango de Fisher (0,05 %) para la variable días a la floración, reflejó diferencias entre los tratamientos: T4 con T1 y con T2, siendo la cepa RC138 (T4), la de mayor influencia en este indicador, al alcanzar el 50 % de las flores abiertas en el menor tiempo (promedio de 21,87 días), seguida de la cepa RR72 (T2) y RR79 (T3).

El análisis de la variable altura de las plantas de pepino a los 28 días después de la siembra, mostró diferencias del T4 (RC138) con los demás tratamientos. La cepa RC138 fue también la más efectiva para estimular el crecimiento de las plantas, alcanzando el valor de la media más elevado con 97,00 cm y posteriormente se ubican los tratamientos T2 (RR72), T1 (testigo) y T3 (RR79).

Por lo general a los 40 días después del trasplante, el tratamiento inoculado con la cepa R44 (*Bacillus pumilus*) en combinación con la dosis del 0 % de fertilizante presentó el mayor número de bacterias totales, lo que sugiere que las rizobacterias correspondientes a las cepas inoculadas se establecieron en la rizosfera de pepino, dando respuestas positivas en la floración y el crecimiento de la planta. La respuesta en crecimiento, se pueden deber a la producción de fitohormonas por parte de las rizobacterias promotora del crecimiento vegetal (Karakurt & Aslantas, 2010). Aunque también puede deberse a la capacidad de solubilización de fosfatos que poseen las cepas inoculadas.

De la misma manera la inoculación con bacterias del género *Bacillus* promueve el crecimiento, la vitalidad y la capacidad de las plantas en hacer frente a algunos patógenos, dando como resultado mayor rendimiento (Wahyudi et al., 2011).

La inoculación de cepas de bacterias mejoró el desarrollo radical de plántulas dando como resultado un aumento en la concentración de nutrientes como N, P y K, y la obtención de plántulas de pepino de mayor calidad que están más aptas para soportar el estrés provocado al momento del trasplante, por lo que la inoculación de rizobacterias es una alternativa en la agricultura sustentable para la obtención de plántulas de alta calidad en cultivos de trasplante; no obstante es necesario realizar una selección de cepas microbianas específicas para cada cultivo y región, que conduzcan a tener resultados positivos en la promoción de crecimiento.

La inoculación con RPCV ayuda a la planta a tolerar el estrés provocado por el trasplante, dando como resultado que las plantas inoculadas tengan un mayor porcentaje de sobrevivencia. Esta capacidad de las RPCV para mejorar la tolerancia al estrés es particularmente útil en áreas con altas temperaturas, ya que pueden ser afectadas severamente

al momento del trasplante; por lo que plántulas vigorosas con un crecimiento radical abundante pueden tolerar mejor el estrés causado por el trasplante y reanudar rápidamente su desarrollo normal

El uso de rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal en sus siglas (RPCV) son una alternativa para evitar la aplicación de fertilizantes químicos, estas colonizan la rizosfera e incrementan el crecimiento de las plantas a través de la fijación del nitrógeno, la producción de sideróforos, la solubilización de fosfatos y la producción de fitohormonas (auxinas, giberelinas y citoquininas) (González et al., 2012).

La Tabla 2 muestra los resultados estadísticos del análisis de variables relacionadas con la calidad de los frutos y rendimiento de las plantas de pepino en condiciones de cultivos protegidos y que fueron inoculadas con cepas de rizobacterias nativas, aisladas en los laboratorios del Centro de Ingeniería Genética, perteneciente a la Universidad de Oriente, en Santiago de Cuba.

La variable diámetro del fruto y el rendimiento no mostraron diferencias significativas entre los tratamientos ensayados, lo que demuestra que las cepas RR72, RR79 y RC138, no tuvieron influencias en estas características del pepino; sin embargo, al realizar los análisis de varianzas y a la Prueba de Comparación de Rangos Múltiples de Fisher (0,05 %), a las variables longitud del fruto, cantidad de frutos por plantas y peso de los frutos, aparecen diferencias estadísticas significativas en diferentes tratamientos. Además, y de forma general, se puede observar que los valores de las medias en esos tratamientos con las bacterias ensayadas, son superiores al testigo.

Estos resultados evidencian el efecto favorable que ejercieron las cepas nativas RR72, RR79 y RC138, en el desarrollo de los frutos del pepino en condiciones de cultivos protegidos. Según Pérez & Romero (2012), la inoculación con rizobacterias puede ser una alternativa para mejorar los atributos comerciales del fruto de pepino.

Las rizobacterias promotoras de crecimiento vegetal (RPCV) mejoran la capacidad de absorción de nutrientes, aumentan la germinación de semillas y estimulan el rendimiento de cultivos como pimiento y tomate (Mena et al., 2006); también pueden aumentar la calidad de fruto en relación a la apariencia (tamaño, forma, color, brillo), la textura (firmeza, frescura), el sabor, y el valor nutritivo.

Tabla 2. Influencia de las cepas de bacterias inoculadas, sobre variables relacionadas con la calidad de los frutos de pepino.

Tratamientos	Variantes	Longitudes del fruto (cm)	Diámetro del fruto (mm)	Cantidad de frutos por plantas	Peso de los frutos (g)	Rendimiento Agrícola (Kg/m ²)
T1	Testigo	17,46a	42,64 a	16,45	199,24	14,70 a
T2	RR72	19,18a	41,93 a	22,62	211,05	16,08 a
T3	RR79	23,98a	43,27 a	18,90	207,93	15,24 a
T4	RC138	20,07a	44,03 a	25,03	218,15	16,93 a
CV (%)		8,22	6,97	12,27	10,42	8,45
Es		0,31	0,19	1,69	0,88	1,81

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas, según la prueba de Tukey ($p \leq 0,05$). CV= Coeficiente de variación. DDT= días después del trasplante.

La variable longitud del fruto alcanzó los mejores resultados con las cepas RR79, RC138 y RR72 con relación al testigo. Estos resultados son superiores a los obtenidos por Del Busto et al. (2018), al comparar los híbridos 'HS-008', 'HS-005' y 'HA-436' y obtener valores de 19,47, 18,95 y 18,60 cm, respectivamente, sin diferencias significativas entre ellos, aunque en este ensayo, no utilizaron rizobacterias.

La producción de frutos por plantas se considera como uno de los componentes más importantes del rendimiento en este cultivo. En esta variable también se obtuvieron valores superiores de las cepas RR138, RR72 y RR79 con relación al testigo; la cepa RR38 presentó la mayor cantidad de frutos promedios con 25,03.

En el estudio realizado por Del Busto, et al. (2018), se constató que el híbrido "HA-436" arrojó un valor promedio de 29,9 frutos por planta, que difiere estadísticamente de los valores obtenidos con otros híbridos, los cuales arrojaron promedios inferiores a 14 frutos; estos últimos valores son inferiores a los obtenidos en este ensayo con el híbrido de pepino YAT-2005, inoculado con rizobacterias nativas.

El análisis de la variable pesos de los frutos arrojó valores promedios superiores en plantas de pepino inoculadas con las cepas RR79, RC138 y RR72 con relación al testigo. La cepa RC38, alcanzó el valor más elevado con 218,15 g, mientras que con el tratamiento testigo se obtuvo el promedio más bajo de este indicador con 199,24 g. Estos resultados son superiores a los valores de masa del fruto entre 176,0 y 192,1 g que fueron informados por otros autores en casa de cultivo, para las condiciones de Cuba, cuando utilizaron el híbrido 'HA-454' (Rodríguez & Castillo, 2010).

Sin embargo, Del Busto et al. (2018), reportan mejores resultados con los híbridos 'HS-005', 'HS-008' y 'HA-436', con valores de 294,25, 289,33 y 262,53 g, respectivamente, sin diferencias significativas entre ellos; mientras que el híbrido 'HS-004' arrojó el peor resultado (170,0 g). Moreno et al. (2011), reportan valores promedios comprendidos entre 157,10 - 201,05 g; igualmente Hoyos (2011), reportó valores similares a este ensayo en plantas de pepino cultivadas en invernadero, evaluando híbridos de pepino.

Como se aprecia existen referencias importantes sobre numerosos resultados de investigaciones que evalúan este indicador en el cultivo de pepino en casa de cultivos protegidos, sin embargo, son escasas las literaturas encontradas en plantas de pepino inoculadas con rizobacterias. La calidad del fruto depende del tipo de sustrato, la fertilización, el estado nutricional de la planta y el manejo de plagas (Gómez, 2006). Pero aun cuando las RPCV mejoran el estado nutricional de las plantas, poco se sabe sobre sus efectos en el desarrollo y calidad de frutos.

En cuanto al rendimiento del pepino, aunque no aparecen diferencias significativas entre los tratamientos, se puede observar en la Tabla 2, que con la inoculación de las cepas de rizobacterias ensayadas, se alcanzan valores promedios ligeramente superiores al testigo, lo que corrobora resultados alcanzados por otros autores con este cultivo. Kang et al. (2010), demostraron en el cultivo de pepino con la inoculación de la rizobacteria *Burkholderia sp.*, incrementó el peso fresco de la planta, con mayor rendimiento y mejoró la calidad del fruto en cuanto al contenido de proteínas y azúcares solubles.

De la misma manera, Wahyudi et al. (2011), plantean que la inoculación con bacterias del género *Bacillus* promueve el crecimiento, la vitalidad y la capacidad de las plantas en hacer frente a algunos patógenos, dando

como resultado mayor rendimiento y en otro cultivo como el tomate donde se ha observado que la inoculación de *Bacillus amyloliquefaciens P* resulta en mayores rendimientos en comparación con el testigo.

Zamora et al. (2014), reportan que al inocular al pepino con la cepa A46 (*Pseudomonastolaasii*) y con 100% de fertilizante obtuvo el rendimiento más alto de 32,3 Kg.m² y con *Bacillus pumilus* (R44), alcanzó 27,3 Kg.m². Este autor plantea que este incremento se puede atribuir a que posiblemente la inoculación de las rizobacterias favoreció el crecimiento radical y la disponibilidad de nutrientes, como ha sido discutido por

En la literatura aparecen muy pocos trabajos sobre la rizobacterias y los efectos en el rendimiento del pepino y con el híbrido YAT-2005. Sin embargo, son numerosos los reportes de investigaciones sobre este indicador, que se resumen a continuación para analizar comparativamente la posible influencia de las rizobacterias en este cultivo.

Del Busto et al. (2018), al estudiar los rendimientos en híbridos en condiciones de cultivos protegidos en Pinar del Río, obtuvieron rendimientos promedios de 11,3 kg.m². También, Quiala et al. (2011), obtuvieron rendimiento de 8,7 kg.m² en ciclos del cultivo con el híbrido "HA-436", mientras Rodríguez & Castillo (2010), alcanzaron rendimientos de 6,08 kg.m², en el híbrido de pepino "HA-454" en Santiago de Cuba.

Pérez & Romero (2012), obtuvieron rendimientos de 6,60 Kg.m² con el híbrido YAT-2005, en cultivos protegidos sin inoculación de rizobacterias. En Colombia se evaluaron cinco genotipos a una densidad de 1,4 plantas.m², y se obtuvo un rango de producción total entre 6,0 y 6,5 kg.m². Además, en la investigación realizada por Zamora, et al. (2014), reportaron un rendimiento de 6,46 kg.ha⁻¹. En el estudio realizado por Chacón & Monge (2012), evaluaron tres genotipos de pepino en invernadero y obtuvieron un rango de rendimiento entre 15,73 y 21,13 kg.m².

En otros cultivos se reportan resultados obtenidos con diferentes cepas de bacterias. Por ejemplo se ha observado que la inoculación de *Bacillus amyloliquefaciens* en tomate resulta en mayores rendimientos en comparación con el testigo.

CONCLUSIONES

Se pudo concluir que Las rizobacterias RC138, RR72 y RR79 no fueron efectivas para estimular la cantidad de hojas y la altura de las plantas de pepino a los 14 días después del trasplante (DDT). Sin embargo, mostraron una influencia positiva en los días a la floración y la altura de las plantas a los 28 DDT, siendo más efectiva la RC138.

El análisis de las variables de la productividad del pepino demostró que las rizobacterias RR72, RR79 y RC138,

no tuvieron influencias sobre el diámetro de los frutos y el rendimiento, pero reveló efectos significativos sobre la longitud, el peso y la cantidad de frutos por plantas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Barraza-Álvarez, F. V. (2015). Calidad morfológica y fisiológica de pepinos cultivados en diferentes concentraciones nutrimentales. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 9(1), 60–71.
- Berger, B., Wiesner, M., Brock, A. K., Schreiner, M., & Ruppel, S. (2015). Radicincitans, a beneficial bacteria that promotes radish growth under field conditions. *Agronomy for Sustainable Development*, 35 (4), 1521-1528.
- Camejo, S., Ramírez, Y., Fernández, R., & Rivera. (2016). Efecto combinado de bajas dosis de rayos X y Biobras-16 en plantas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) cv. Vyta en condiciones de salinidad. *Cultivos Tropicales*, 37(3), 85-93.
- Chacón, K., & Monge, P. (2012). Producción de pepino (*Cucumis sativus* L.) bajo invernadero: comparación entretipos de pepino. *Tecnología en Marcha*, 33(1), 17-35.
- Cruz, J. A., & Monge, J. E. (2016). Producción de pepinillo (*Cucumis sativus*) en un ambiente protegido: evaluación de dos genotipos. *Cuadernos de Investigación UNED*, 11(3), 410-417.
- Del Busto Concepción, A., Santana Baños, Y., González Breijo, F., Domínguez García, J., López Quintana, Y., Díaz Barrio, Maikel, Hidalgo Valdés, Yandelier, & Cabrera Rodríguez, Javier Enrique. (2018). Evaluación agronómica de híbridos de pepino en casa de cultivo, Pinar del Río, Cuba. *Centro Agrícola*, 45(1), 88-91.
- Díaz Franco, A., Alvarado Carrillo, M., Ortiz Chairez, F., & Grageda Cabrera, O. (2013). Nutrición de la planta y calidad de fruto de pimiento asociado con micorriza arbuscular en invernadero. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 4(2), 315-321.
- Gómez, G. (2006). Algunas apreciaciones sobre lo cualitativo y cuantitativo en investigación psicosocial. En hacer y pensar la psicología. En A.R. Asebey y M. Calviño (Eds). (pp. 445-474). Editorial caminos.
- González Rodríguez, R., Iglesia, A., Lorenzo, J. C., & Dibut, B. (2012). Selección de cepas de *azotobacter chroococcum* para su aplicación en la aclimatización de plantas invitro de piña. *Cayena lisa. Biotecnología Vegetal* 12(3), 157-164.
- González, L., Jiménez, M., Silvente, J., & Falcón, A. (2009). Evaluación de tres dosis de Quitosana en el cultivo de pepino en un periodo tardío. *Centro Agrícola*, 36 (4), 85-88.
- Hoyos, E. (2011). Manejo de un sistema hidropónico N.F.T mediante el desarrollo del cultivo de pepino (*Cucumis sativus* L.). (Tesis de Agronomía). Universidad Centrocidental "Lisandro Alvarado".
- Kang, O., Rubin, D., & Pickering, L. (2010). Suprasegmental measures of accentedness and judgments of language learner proficiency in oral English. *The Modern Language Journal*, 94(4), 1-13.
- Karakurt, H., & Aslantas, R. (2010). Effects of some plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) strains on plant growth and leaf nutrient content of apple. *Journal of Fruit and Ornamental Plant Research*, 18(1), 101-110.
- Landa, B., Mavrodi, O., Raaijmakers, M., Thomashow, L., & Weller, D. (2002). Differential ability of genotypes of 2,4-diacetylphloroglucinol-producing *Pseudomonas fluorescens* strains to colonize the roots of pea plants. *Appl environ microbiol.*, 68(7), 3226-3327.
- López, P., & Boronat, R. (2016). Aspectos básicos de la fijación de nitrógeno atmosférico por parte de bacterias. Estudio en el laboratorio de educación secundaria. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 13(1), 203-209.
- Mena, H., Ocampo, O., Dendooven, L., Martínez, G., González, J., Davis, F., & (2006). Arbuscular mycorrhizal fungi enhance fruit growth and quality of chile ancho (*Capsicum annum* L. cv San Luis) plants exposed to drought. *Mycorrhiza*, 16(4), 261-267.
- Moreno Reséndez, A., Aguilar Durón, J., & Luévano González, A. (2011). Características de la agricultura protegida y su entorno en México. *Revista Mexicana de Agronegocios*, 29, 763-774.
- Paneque-Pérez, L., Paneque-Rondón, P., Kindelán-Castellanos, L., & Mas-Diego, S. (2020). Identificación de aspectos ambientales en la comunidad La Vigía, Santiago de Cuba. *Revista Ingeniería Agrícola*, 10(3).
- Pérez Méndez, M. (2019). Elaboración de biol y evaluación de su efecto en los cultivos del pepino (*Cucumis sativus*, L.) y remolacha (*Beta vulgaris*, L.) en condiciones de organológico. (Tesis de maestría). Universidad de Las Tunas.
- Pérez, A., & Romero, D. (2012). Plant protection and growth stimulation by microorganisms: biotechnological applications of Bacilli in agriculture. *Current Opinion in Biotechnology*, 22(2), 187-193.
- Puente Isidró, M. (2009). Experiencia Cubana en Organopónicos, una Opción para la Seguridad Alimentaria en Nicaragua. *El Higo Revista Científica*, 1(2), 11–15.

- Quijala, R. A., Isaac, E., Simón, F., Regueiferos, I., & Montero, G. (2011). Efecto del agua tratada con campo magnético estático sobre *Meloidogyne* spp. en *Cucumis sativus* en condiciones de cultivo protegido. *Centro Agrícola*, 38(4), 83-87.
- Rodríguez-Fernández, P., & Castillo-Caballero, J. (2010). Producción local de pepino (*Cucumis Sativus*, L.) Híbrido Sarig 454 y su impacto sobre el crecimiento y productividad del cultivo en dependencia de la biofertilización foliar en un agroecosistema santiaguero. *Ciencia en su PC*, (2), 114-124.
- Wahyudi, A., Astuti, A. Widyawati, A., Meryandini., & A. A. Nawangsih. (2011). Characterization of *Bacillus* sp. strains isolated from rhizosphere of soybean plants for their use as potential plant growth for promoting rhizobacteria. *Journal of Microbiology and Antimicrobials*, 3(2), 34-40.
- Zamora Pérez, M., Peña Figueredo, R., & Verdecia Rondon, M. (2014). Respuesta del pepino a un manejo variable del riego. *Revista Centro Agrícola, Centro Agrícola*, 41(1), 5-11.